

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-236111

(43)Date of publication of application : 23.08.2002

(51)Int.Cl.

G01N 29/02

F04B 53/00

F04B 49/10

F04D 15/00

F04D 29/00

(21)Application number : 2001-033112

(71)Applicant : NISHIKAWA MASAHIRO

(22)Date of filing : 09.02.2001

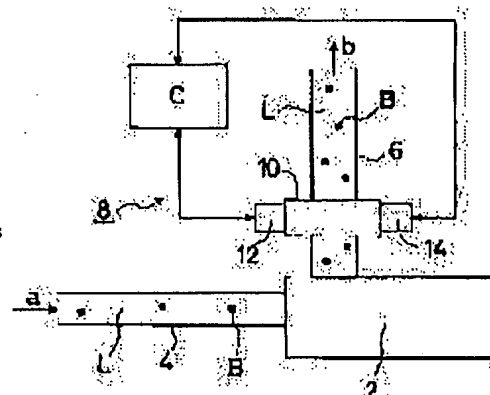
(72)Inventor : NISHIKAWA MASAHIRO

(54) BUBBLE DETECTING METHOD AND DEVICE FOR LIQUID PUMP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To develop a bubble detecting method and a bubble detector for a liquid pump that can detect bubbles in liquid being disposed outside a liquid pump system, distinguish the generation of bubbles from mechanical vibration and cope with various pumps.

SOLUTION: In this bubble detecting method for the liquid pump 2 that delivers liquid L sucked from a suction pipe 4, to a discharge pipe 6 and moreover performs liquid lubrication between a rotation body and a spindle using the liquid L, ultrasonic wave is sent into the liquid discharged from the discharge pipe 6, and ultrasonic wave having passed through the liquid is received to detect the generation of bubbles in the liquid by the attenuation of receiving intensity of the ultrasonic wave. The generation of bubbles B in the liquid is detected by the bubble detecting method, and the occurrence of abnormality to the liquid pump is informed by the bubble detection.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.11.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The cellular detection approach of the liquid pump characterized by to send out the liquid absorbed from the suction pipe to a discharge tube, to send a supersonic wave into the liquid breathed out by the discharge tube in the liquid pump which moreover carries out fluid lubrication of between body of revolution and main shafts using this liquid, to receive the supersonic wave which has passed this liquid, and to detect gassing in a liquid by attenuation of the receiving reinforcement of a supersonic wave.

[Claim 2] The malfunction detection approach of a liquid pump of reporting having detected air bubbles having been generated in the liquid by the cellular detection approach according to claim 1, and abnormalities having occurred on the liquid pump by this cellular detection.

[Claim 3] In the liquid pump which sends out the liquid absorbed from the suction pipe to a discharge tube, and moreover carries out fluid lubrication of between body of revolution and main shafts using this liquid The ultrasonic transmitter and ultrasonic receiver which are arranged by the discharge tube near the delivery of a liquid pump, Cellular detection equipment of the liquid pump characterized by detecting gassing in a liquid when it consists of detection control circuits which receive the supersonic wave which was discharged from the ultrasonic transmitter and has passed through the inside of a liquid with an ultrasonic receiver, and detect receiving reinforcement and receiving reinforcement declines.

[Claim 4] Cellular detection equipment of the liquid pump according to claim 3 which carries out opposite arrangement on both sides of the liquid which flows said ultrasonic transmitter and ultrasonic receiver.

[Claim 5] Cellular detection equipment of the liquid pump according to claim 3 which arranges said ultrasonic transmitter and ultrasonic receiver to the same side to the flowing liquid.

[Claim 6] Malfunction detection equipment of the liquid pump characterized by including the alarm circuit which reports the abnormal occurrence of a liquid pump through cellular detection in said detection control circuit in cellular detection equipment according to claim 3, 4, or 5.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] About the cellular detection approach of a liquid pump of conveying a liquid, further, in the liquid pump which performs fluid lubrication of a main shaft and an internal-rotation object using the liquid conveyed to a detail, this invention detects air bubbles with a supersonic wave, detects the abnormalities of the fluid lubrication section, and relates to the cellular detection approach of the liquid pump which reports the abnormal occurrence of a liquid pump, and its equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, when conveying a liquid to the pipe line, the method fed with a liquid pump is taken. Also in it, in order to carry out full cutoff of the liquid spill with liquid pumps which convey a dangerous liquid in part, such as chlorine water, an inorganic acid, an alkali solution, a salts water solution, and an organic solvent, the body of revolution for feeding is sealed in a pump body, and the pump method which rotates body of revolution with external power by non-contact is adopted.

[0003] The example of a type of such a liquid pump is a magnet pump. The bearing of the rotation of body of revolution with the impeller for feeding is made a main shaft is placed in a fixed position inside casing, and free on the periphery of this main shaft by example of a magnet pump. An inner magnet is fixed to this body of revolution, and the outer magnet by which drive rotation is carried out is arranged on the outside of casing, and it is constituted.

[0004] Actuation of this magnet pump is as follows. Between the outer magnet and the inner magnet, magnetic polarity is adjusted so that the magnetic attraction or magnetic repulsive force may act. If electric rotation of the outer magnet is carried out, with magnetic force, an inner magnet will carry out follower rotation and, as a result, body of revolution and an impeller will rotate within casing. A liquid is sent out by rotation of an impeller to a discharge tube.

[0005] A liquid flows backwards in part also to the background of body of revolution, in the minute gap between body of revolution and a main shaft, serves as a ** style, and it is not only sent out to a discharge-tube side, but flows, and it returns to an impeller side again. The ** style of body of revolution and the transportation liquid which flows between main shafts produces a fluid lubrication operation of a self-cycloid type into this bearing part, and guarantees smooth rotation of the body of revolution on a main shaft, and the steady operation of a magnet pump.

[0006] The typical damage on a liquid pump occurs, when air bubbles are generated in a liquid. These air bubbles are generated by disassembly of invasion of the air from the outside, cavitation, and a liquid etc. Although many of air bubbles will flow into a discharge tube if air bubbles are generated, some air bubbles are lost in the style of [which flows between body of revolution and a main shaft] **. Since the gap of body of revolution and a main shaft is very small, the gap has often been blocked by it with air bubbles.

[0007] The blockade of the gap by air bubbles means that between a main shaft and body of revolution will be in a half-desiccation lubrication condition or a solid lubrication condition. Consequently, since rapid frictional heating arises into this bearing part and heat conduction by the ** style does not function on it, exoergic damage occurs, and this damage makes breakage of the whole pump occur as a result at the same time it shortens a bearing life.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to detect this damage, detect a discharge pressure from the former, detect the liquid temperature in a pump, the motor necessary current for a rotation drive is detected, or the method of detecting vibration of a liquid pump has been taken.

[0009] Since the method of detecting the pressure and temperature of a liquid must be immersed into a liquid in a sensor, a corrosion prevention design and a fluid-tight design are needed. Especially, with the reactant high liquid, it might become difficult to protect a sensor from a liquid, and the worst situation of exsorption of a liquid might carry out.

[0010] The method of detecting an abnormal occurrence from change of a motor necessary current is the high approach of versatility. However, a remarkable change of a necessary current cannot be checked to gassing in fact, and it is not practical. An oscillating detection method is a method with which development is furthered most. This method will use the property which a different vibration from usual generates, if air bubbles invade, and it detects particular vibration with the sway sensor attached in the case of a pump. However, it is difficult to distinguish usual mechanical vibration and a usual shimmy, and since vibration changes also with perimeter environments, using widely is not expectable for the time being.

[0011] That is, the engine performance required of the malfunction detection of a liquid pump is being attached easily, that ** endurance is high and a maintenance is easy, etc., without contacting that the abnormalities in ** and normal are distinguishable, that it can respond to the liquid pump of ** versatility by the same sensor, and ** liquid.

[0012] Therefore, the malfunction detection approach of the liquid pump concerning this invention and its equipment aim at detecting gassing from change of the receiving reinforcement of a supersonic wave, satisfying four sorts of engine performance mentioned above using the property which the supersonic wave which passes a liquid decreases with air bubbles.

[0013] That is, since the frequency band to be used is a field higher than mechanical vibration, it can distinguish a shimmy and a supersonic wave. Since what is necessary is just to attach an ultrasonic transmitter-receiver in the piping exterior, it can respond to various pumps and is a liquid and non-contact. And since it is external installation, it is durable, and installation is

easy, and a maintenance is easy.

[0014]

[Means for Solving the Problem] Invention of claim 1 is the cellular detection approach of the liquid pump characterized by to send out the liquid absorbed from the suction pipe to a discharge tube, to send a supersonic wave into the liquid breathed out by the discharge tube in the liquid pump which moreover carries out fluid lubrication of between body of revolution and main shafts using this liquid, to receive the supersonic wave which has passed this liquid, and to detect gassing in a liquid by attenuation of the receiving reinforcement of a supersonic wave.

[0015] Invention of claim 2 is the malfunction detection approach of a liquid pump of reporting having detected air bubbles having been generated in the liquid by the cellular detection approach according to claim 1, and abnormalities having occurred on the liquid pump by this cellular detection.

[0016] In the liquid pump which invention of claim 3 sends out the liquid absorbed from the suction pipe to a discharge tube, and moreover carries out fluid lubrication of between body of revolution and main shafts using this liquid The ultrasonic transmitter and ultrasonic receiver which are arranged by the discharge tube near the delivery of a liquid pump, When it consists of detection control circuits which receive the supersonic wave which was discharged from the ultrasonic transmitter and has passed through the inside of a liquid with an ultrasonic receiver, and detect receiving reinforcement and receiving reinforcement declines, it is cellular detection equipment of the liquid pump characterized by detecting gassing in a liquid.

[0017] Invention of claim 4 is cellular detection equipment of the liquid pump according to claim 3 which carries out opposite arrangement on both sides of the liquid which flows said ultrasonic transmitter and ultrasonic receiver.

[0018] Invention of claim 5 is cellular detection equipment of the liquid pump according to claim 3 which arranges said ultrasonic transmitter and ultrasonic receiver to the same side to the flowing liquid.

[0019] Invention of claim 6 is malfunction detection equipment of the liquid pump characterized by including the alarm circuit which reports the abnormal occurrence of a liquid pump through cellular detection in said detection control circuit in cellular detection equipment according to claim 3, 4, or 5.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Below, according to the drawing which attaches the malfunction detection approach of the liquid pump concerning this invention, and the operation gestalt of the equipment, it explains at a detail.

[0021] Drawing 1 is the block diagram of the pump system which attached the malfunction detection equipment of the liquid pump concerning this invention. The liquid pump 2 was infixed between the suction pipe 4 and the discharge tube 6, absorbed Liquid L from arrow-head a, and has sent it out in the direction of arrow-head b. Liquid pump malfunction detection equipment 8 is attached in the discharge tube 6.

[0022] This malfunction detection equipment 8 attaches an adapter 10 in a discharge tube 6, carries out opposite arrangement of the ultrasonic transmitter 12 and the ultrasonic receiver 14, and is constituted by this adapter 10. Moreover, the ultrasonic transmitting-and-receiving machine which unified the ultrasonic transmitter 12 and the ultrasonic receiver 14 may be attached in an adapter 10. In this case, it means that the ultrasonic transmitter and the ultrasonic receiver were arranged to the liquid style at the same side. The dispatch reception control of the ultrasonic signal is carried out by the detection control circuit C.

[0023] Next, the case where air bubbles B are generated is explained to a liquid pump system. At the time of starting of the liquid pump 2, it is easy to mix air into a liquid from a feed hopper, and the air bubbles B of air are absorbed by the liquid pump 2 from a suction pipe 4 with Liquid L. It is temporary, and since these air bubbles B are not based on the abnormalities of the liquid pump 2, if the flow fed from a discharge tube 6 becomes a steady flow, they will be lost automatically, and there are comparatively few harm operations over bearing.

[0024] The air bubbles which pose a problem are air bubbles continuously generated a feed hopper, continuous gassing by the abnormalities of a suction pipe 4, and inside the liquid pump 2. Such air bubbles are continuously absorbed by the minute gap section between the body of revolution and the main shafts which were mentioned above (bearing), and the probability which intercepts the ** style which piles up there and flows bearing becomes high rapidly. Gassing by the autolysis of cavitation or a liquid can be considered to the cause of gassing in the interior of the liquid pump 2.

[0025] It piles up in bearing which has air bubbles between a main shaft and body of revolution, and if the ** style which flows bearing is intercepted, the fluid lubrication of bearing breaks, and it becomes semisolid lubrication and solid lubrication, and will be in a fault heating condition by frictional heating. This fault heating condition heats superfluously the liquid which should be conveyed at constant temperature, or induces failure of a liquid pump, and damages a liquid pump in many cases.

[0026] Drawing 2 is the explanatory view of the cause of attenuation of the supersonic wave in opposite arrangement of an ultrasonic transmitting-and-receiving machine. The foaming plate 18 is arranged at the bottom of a container 16, and air bubbles B are generated in Liquid L. A supersonic wave 20 is discharged from the ultrasonic transmitter 12 to these air bubbles B. A supersonic wave 20 causes dispersion 22 and reflection 24 with air bubbles B, and declines, and a residual supersonic wave penetrates it. This transparency supersonic wave 26 is detected by the ultrasonic receiver 14.

[0027] If opposite distance of the ultrasonic transmitter 12 and the ultrasonic receiver 14 is set to D and the ultrasonic rate of a liquid is set to V, the time amount t by which the transparency supersonic wave 26 is received after discharge will be given by $t=D/V$. Therefore, if the signal of the ultrasonic receiver 14 is detected in the detection control circuit C, reception of the transparency supersonic wave 26 will begin from the time of day of $t=D/V$. If this received supersonic wave is measured, the receiving reinforcement at the time of foaming should be carrying out considerable extent attenuation from the receiving reinforcement at the time of no foaming. Attenuation of this receiving reinforcement will be measured and air bubbles B will be detected.

[0028] Drawing 3 is the expansion outline sectional view of a liquid pump. The liquid pump 2 is constituted in the front casing 30 unified with the closure plate 44, and the rear casing 46. The intake carrier flange 32 which has inlet port 34 is connected with suction pipe flange 4a, and is connected to a suction pipe 4. The regurgitation carrier flange 36 which has a delivery 38 is connected with discharge-tube flange 6a, and is connected to a discharge tube 6.

[0029] In the front casing 30, the drive side bearing bracket 42 is supported by support plates 40 and 40, and the commutator side bearing bracket 48 is formed in the rear casing 46. The main shaft 50 is having both ends supported by a drive side bearing bracket 42 and the commutator side bearing bracket 48. This main shaft 50 consists of a main shaft head 50, main shaft pars

intermedia 50b, and main shaft body 50a, and is arranged in the fixed condition between both the brackets 42 and 48.

[0030] Fitting of the rotation of the magnet lining 54 which constitutes the body of revolution mentioned above is made free to the periphery of a main shaft 50, and the impeller 52 for feeding is constituted by this magnet lining 54 at one. The inner magnet 56 is fixed in the magnet lining 54, and inner fitting of the front bearing 64 is carried out to the inner circumference section 62 again. That is, outer fitting of the front bearing 64 is carried out to the periphery of main shaft body 50a, and it is constituted.

[0031] The minute gap section 63 is formed between the front bearing 64 and main shaft body 50a, fluid lubrication of the ** style of a transportation liquid is flowed and carried out to this minute gap section 63, and the front bearing 64 can carry out continuation rotation of the periphery of main shaft body 50a smoothly.

[0032] The outer magnet 58 is arranged at the periphery of the rear casing 46, and it is constituted so that drive rotation may be carried out by the drive rolling mechanism 60. This outer magnet 58 and said inner magnet 56 counter, and both the magnets 56 and 58 are set as antipole nature. Therefore, the magnetic attraction acts on both. It is constituted so that the inner magnet 56 may rotate in the outer magnet 58 and this direction by the magnetic attraction.

[0033] Next, actuation of this liquid pump 2 is explained. If the outer magnet 58 is rotated in the direction of arrow-head c by the drive rolling mechanism 60, the magnet lining 54 which has the inner magnet 56 will rotate by the magnetic attraction in the direction of arrow-head d with an impeller 52.

[0034] A liquid is attracted in the direction of arrow-head e from arrow-head a by rotation of an impeller 52, and the liquid sent out in the direction of arrow-head f from the impeller 52 is fed in the direction of arrow-head b in a discharge tube 6. However, some liquids flow out of an impeller 52 also in the direction of arrow-head j, and it is fed back in the direction of arrow-head k.

[0035] After especially the liquid that flowed out in the direction of arrow-head g bypasses the back of the magnet lining 54 and flows the minute gap section 63 in the direction of arrow-head h, it is fed back to an impeller 52 in the direction of arrow-head i. The flow of the direction of arrow-head h is the ** style of bearing mentioned above. If this ** style is flowing appropriately, fluid lubrication of the minute gap section 63 is carried out proper, and the magnet lining 54 can continue rotation to stability, without carrying out abnormality generation of heat of the periphery of main shaft body 50a.

[0036] However, if air bubbles B flow in in the direction of arrow-head g, various problems will arise. Although air bubbles B may be introduced from a suction pipe 4 as mentioned above, air bubbles B are generated by cavitation or the decomposition reaction of a liquid also in a liquid pump. These air bubbles B ride in the style of feedback, flow from arrow-head g, and circulate the minute gap section 63.

[0037] Air bubbles B have the property which blocks a narrow duct. If these air bubbles B pile up in the minute gap section 63 and intercept a ** style, the fluid lubrication of the minute gap section 63 will be torn, and the condition of solid lubrication or semisolid lubrication will appear. Frictional heat occurs rapidly, and moreover, since this generating heat acts locally, it carries out fusion fracture of that part, and makes the liquid pump 2 result in damage and destruction in the minute gap section 63.

[0038] In order to prevent such damage beforehand, cellular detection equipment 8 is attached in a discharge tube 6, attenuation of the receiving reinforcement of a transparency supersonic wave detects gassing, an alarm is generated, and the abnormalities of a liquid pump are reported.

[0039] Drawing 4 is the explanatory view of the cellular detection with the ultrasonic transmitting-and-receiving machine which unified the ultrasonic transmitter and the ultrasonic receiver. The ultrasonic transmitting-and-receiving machine 13 is arranged at the end of a container 16. The ultrasonic transmitting-and-receiving machine 13 is the sensor which unified the ultrasonic transmitter 12 and the ultrasonic receiver 14, and while it sends a supersonic wave, it can receive a supersonic wave. Although the vibration frequency of the supersonic wave to be used is 1MHz, this vibration frequency can be set up free.

[0040] When this ultrasonic transmitting-and-receiving machine 13 is used, the ultrasonic transmitter 12 and the ultrasonic receiver 14 will be arranged to a liquid style at the same side. The supersonic wave discharged by the ultrasonic transmitter 12 goes and comes back to the diameter distance D of a container, and is received by the ultrasonic receiver 14. In this case, since a supersonic wave receives attenuation with air bubbles B in process of a round trip, its attenuation is larger than the one-way receiving reinforcement of drawing 2, and the precision of cellular detection becomes high.

[0041] Drawing 5 is the comparison Fig. of receiving reinforcement in case there is nothing with the case where there are air bubbles. Since 30.7cm and the ultrasonic rate V of the diameter distance D of a container are 1500 m/s, time of delivery t is given by $t=2D/V=2 \times 0.307/1500=410$ (microsecond). Therefore, the receiving reinforcement 410 microseconds after ultrasonic discharge is measured, and existence or nonexistence are detected for air bubbles.

[0042] (a) shows receiving reinforcement in case there are no air bubbles, and it becomes and it is understood [****-p=0.3-0.4 (V) or] are large. On the other hand, (b) shows receiving reinforcement in case there are air bubbles, and becomes quite small with ****-p=0.2-0.1(V). When air bubbles exist, it turns out that receiving reinforcement is decreased to one half. It reports that detected generating of air bubbles and abnormalities occurred on the liquid pump 2 by this attenuation.

[0043] Drawing 6 is the explanatory view of the cellular detection using a reflective supersonic wave. Since the foam maker 18 is installed in the center of a container 16, the distance d to air bubbles is given by $d=D/2$. Therefore, since it is $d=15$ cm, if time of delivery t is given and calculated by $t=2d/V$, it will be set to $t=400$ (microsecond). Ultrasonic vibration frequency is 1MHz.

[0044] Drawing 7 is the comparison Fig. of the receiving reinforcement by the reflective supersonic wave in case there is nothing with the case where there are air bubbles. The case where (a) does not have air bubbles is shown and (b) shows the case where there are air bubbles. The unit of receiving reinforcement is mV and is in the inclination for receiving reinforcement to become small at the whole as compared with the transparency supersonic wave of drawing 4. As long as it judges by drawing 7, the difference which was so much conspicuous about the receiving reinforcement of (a) and (b) is not seen.

[0045] Drawing 8 is the detection wave form chart of a difference signal in case there are not a case where there are air bubbles, and air bubbles. Although signal strength becomes still smaller since it is a difference signal, it turns out that the reflected wave by air bubbles is clearly detected per mV. Therefore, even if it uses a reflective supersonic wave, it becomes possible to detect air bubbles like a transparency supersonic wave.

[0046] Drawing 9 is plant layout drawing which investigates the effect of the mechanical vibration given to the receiving reinforcement of a supersonic wave. Opposite arrangement of the ultrasonic transmitter 12 and the ultrasonic receiver 14 is carried out at a container 16. The diaphragm 70 is arranged in the bottom plate inferior surface of tongue of a container 16. The ultrasonic receiver 14 receives the mechanical vibration wave by the diaphragm with a transparency supersonic wave. The

ultrasonic vibration frequency f is 1MHz.

[0047] Drawing 10 is a detection wave form chart in case the vibration frequency of a diaphragm is dozens of kHz or less. Since it is the configuration of detecting the one-way transmitted wave of a supersonic wave, time of delivery t is given by $t=D/V$, and is set to $t=205$ (microsecond). Although a received wave is observed to the field exceeding about 200 microseconds, this wave is a received wave of a supersonic wave. Since the mechanical vibration wave by the diaphragm 70 is not observed, it turns out that, as for mechanical vibration, the frequency of mechanical vibration does not affect it at all below dozens of kHz at cellular detection.

[0048] Drawing 11 is a detection wave form chart in case the vibration frequency of a diaphragm is 800kHz. Since the vibration frequency of a diaphragm is 800kHz, the ultrasonic vibration frequency of 1MHz is approached considerably. Consequently, a noise is observed through a total time field and a noise wave can understand clearly especially in 200 or less microseconds. A paddle and this noise wave have come [carry out and] to affect the received wave of a supersonic wave.

[0049] As mentioned above, the method of attaching a sway sensor in the case of a liquid pump, and detecting oscillating abnormalities also conventionally, existed. By this conventional approach, a cellular vibration and environmental mechanical vibration were undistinguishable. However, since this invention approach is using the supersonic wave of high vibration frequency, it has succeeded in separating clearly the mechanical vibration resulting from an environment, and supersonic vibration.

[0050] The actual condition is that the vibration frequency of the mechanical vibration resulting from an environment is also distributed broadly. When the number of mechanical vibration approaches ultrasonic vibration frequency considerably, it has considerable effect on the receiving reinforcement of a supersonic wave. In such a case, in this invention, it can respond by changing the vibration frequency of a supersonic wave. Since the vibration frequency of a supersonic wave can be set up free, it can ensure cellular detection using the band of the ultrasonic vibration frequency according to environmental vibration frequency.

[0051] Drawing 12 is an example of the flow chart of a detection control circuit. The ultrasonic signal V is received at step n1. If this input signal V is zero, it will be judged as what had a signal in n1 when return and V were forward, and will progress to n3 (n2). The marginal reinforcement $V0$ is set as Signal V , and $\Delta V=V-V0$ is calculated. If larger than this marginal reinforcement $V0$, there will be no air bubbles, and if it is below marginal reinforcement, there shall be air bubbles. With [ΔV] zero [more than], it is judged as a thing without air bubbles, and returns to n1 (n4). If ΔV is negative, it will judge that there are air bubbles, and an alarm is reported (n5), and a liquid pump is stopped (n6).

[0052] This invention is not limited to the above-mentioned example, and it does not have that it is what includes the various modifications in the range which does not deviate from the technical thought of this invention, a design change, etc. within the technical limits also until it says.

[0053]

[Effect of the Invention] According to invention of claim 1, air bubbles are certainly detectable from attenuation of the receiving reinforcement of a supersonic wave. And by setting up ultrasonic vibration frequency appropriately, a shimmy and gassing are clearly distinguishable.

[0054] According to invention of claim 2, it can report that abnormalities occurred on the liquid pump by detecting air bubbles. Since generating of air bubbles destroys the fluid lubrication of a liquid pump, it detects gassing, prevents damage on a liquid pump beforehand, and can attain the reinforcement of a liquid pump.

[0055] According to invention of claim 3, since air bubbles are detectable only by arranging an ultrasonic transmitting-and-receiving machine in the exterior of a liquid pump or a discharge tube, it can respond to various liquid pumps by the same sensor, and it can attach easily, without moreover making a liquid contact. Consequently, the endurance of cellular detection equipment is high and can also make a maintenance easy.

[0056] According to invention of claim 4, since opposite arrangement of an ultrasonic transmitter and the ultrasonic receiver is carried out and cellular detection equipment is constituted, coarse signals, such as a reflected wave and a scattered wave, cannot go into an ultrasonic receiver easily, and air bubbles can be detected with high precision.

[0057] According to invention of claim 5, since the ultrasonic transmitting-and-receiving machine which unified the ultrasonic transmitter and the ultrasonic receiver is used, the configuration of equipment becomes easy and a maintenance becomes easy at the attachment to the liquid pump pipe line, removal, and a list.

[0058] According to invention of claim 6, since the alarm circuit was included in the detection control circuit, if air bubbles are detected, it can report that abnormalities occurred on the liquid pump, or that possibility that abnormalities will occur is high, the maintenance of a liquid pump is made easy, and the reinforcement of a liquid pump can be attained.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of the pump system which attached the malfunction detection equipment of the liquid pump concerning this invention.

[Drawing 2] It is the explanatory view of the cause of attenuation of the supersonic wave in opposite arrangement of an ultrasonic transmitting-and-receiving machine.

[Drawing 3] It is the expansion outline sectional view of a liquid pump.

[Drawing 4] It is the explanatory view of the cellular detection with the ultrasonic transmitting-and-receiving machine which unified the ultrasonic transmitter and the ultrasonic receiver.

[Drawing 5] It is the comparison Fig. of receiving reinforcement in case there is nothing with the case where there are air bubbles.

[Drawing 6] It is the explanatory view of the cellular detection using a reflective supersonic wave.

[Drawing 7] It is the comparison Fig. of the receiving reinforcement by the reflective supersonic wave in case there is nothing with the case where there are air bubbles.

[Drawing 8] It is the detection wave form chart of a difference signal in case there are not a case where there are air bubbles, and air bubbles.

[Drawing 9] It is plant layout drawing which investigates the effect of the mechanical vibration given to the receiving reinforcement of a supersonic wave.

[Drawing 10] It is a detection wave form chart in case the vibration frequency of a diaphragm is dozens of kHz or less.

[Drawing 11] It is a detection wave form chart in case the vibration frequency of a diaphragm is 800kHz.

[Drawing 12] It is an example of the flow chart of a detection control circuit.

[Description of Notations]

In 2, a liquid pump and 4 a suction pipe flange and 6 for a suction pipe and 4a A discharge tube, In 6a, a discharge-tube flange and 8 an adapter and 12 for malfunction detection equipment and 10 An ultrasonic transmitter, In 13, an ultrasonic transmitting-and-receiving machine and 14 a container and 18 for an ultrasonic receiver and 16 A foaming plate, In 20, a supersonic wave and 22 a reflective supersonic wave and 26 for a dispersion supersonic wave and 24 A transparency supersonic wave, 30 an intake carrier flange and 34 for front casing and 32 Inlet port, In 36, a regurgitation carrier flange and 38 a support plate and 42 for a delivery and 40 A drive side bearing bracket, 44 rear casing and 48 for a closure plate and 46 A commutator side bearing bracket, In 50, a main shaft and 50a main shaft pars intermedia and 50c for a main shaft body and 50b A main shaft head, 52 magnet lining and 56 for an impeller and 54 An inner magnet, 58 -- an outer magnet and 60 -- a rotation drive and 62 -- the inner circumference section and 63 -- the minute gap section and 64 -- front bearing and 66 -- a rear bearing and 68 -- a rear thrust and 70 -- a diaphragm and B -- air bubbles and D -- distance and L -- a liquid.

[Translation done.]

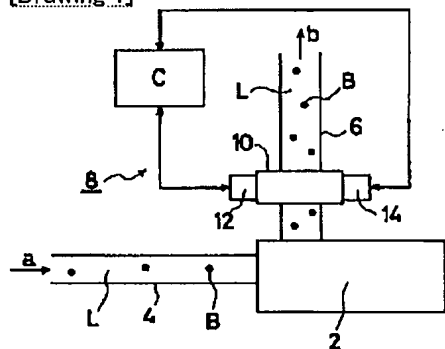
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

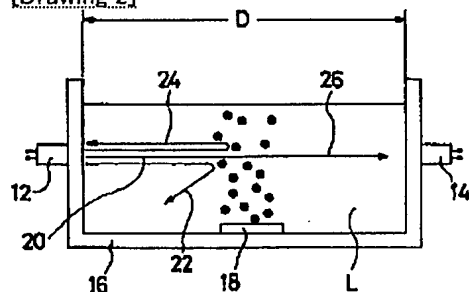
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

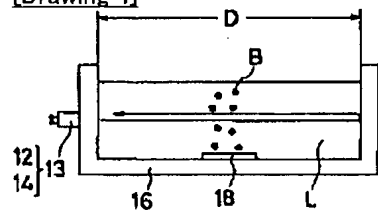
[Drawing 1]



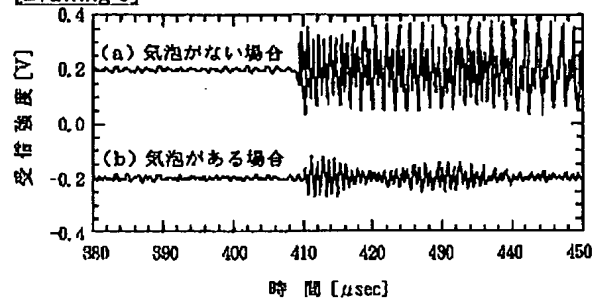
[Drawing 2]



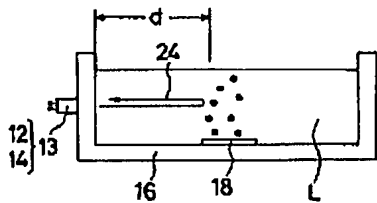
[Drawing 4]



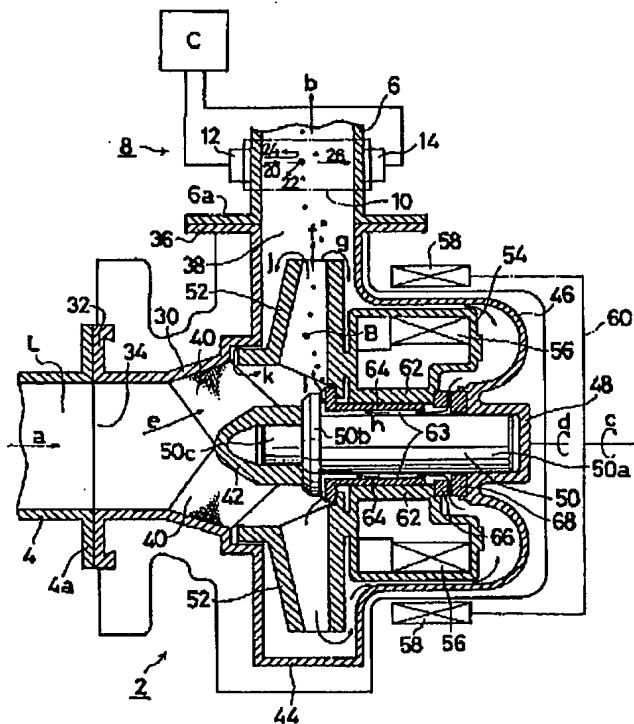
[Drawing 5]



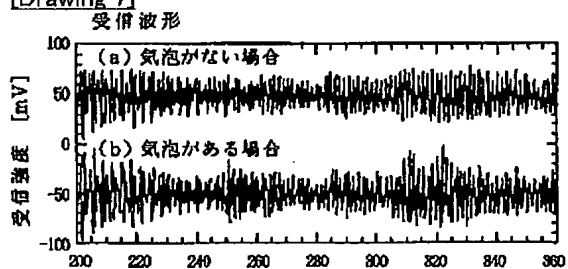
[Drawing 6]



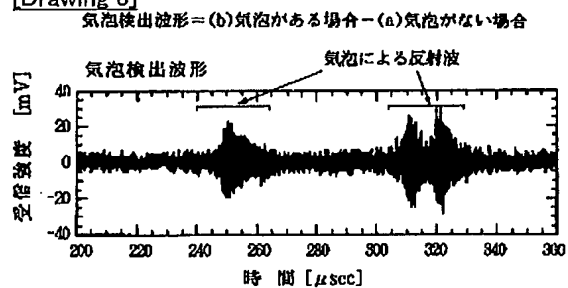
[Drawing 3]



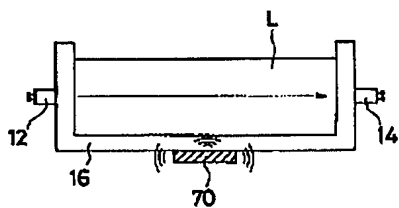
[Drawing 7]



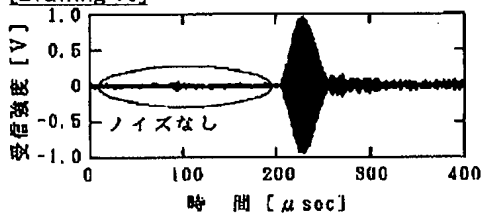
[Drawing 8]



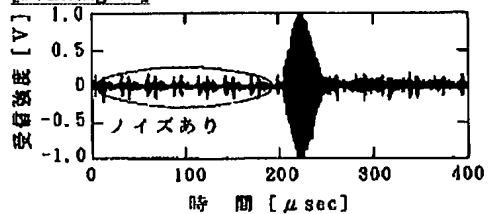
[Drawing 9]



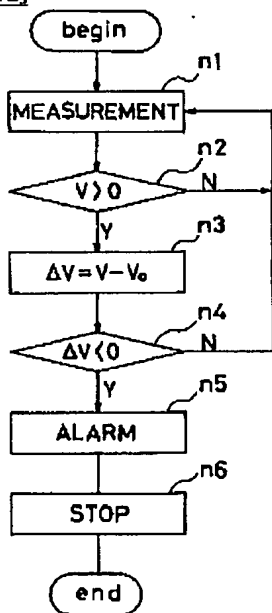
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-236111

(P2002-236111A)

(43) 公開日 平成14年8月23日 (2002.8.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル (参考)
G 0 1 N 29/02		G 0 1 N 29/02	2 G 0 4 7
F 0 4 B 53/00		F 0 4 B 49/10	3 1 1 3 H 0 2 0
49/10	3 1 1	F 0 4 D 15/00	Z 3 H 0 2 2
F 0 4 D 15/00		29/00	B 3 H 0 4 6
29/00		F 0 4 B 21/00	P 3 H 0 7 1
		審査請求 未請求 請求項の数 6	O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-33112(P2001-33112)

(22) 出願日 平成13年2月9日 (2001.2.9)

(71) 出願人 591027167

西川 雅弘

大阪府堺市南花田町394番地

(72) 発明者 西川 雅弘

大阪府堺市南花田町394番地

(74) 代理人 100082474

弁理士 杉本 丈夫 (外1名)

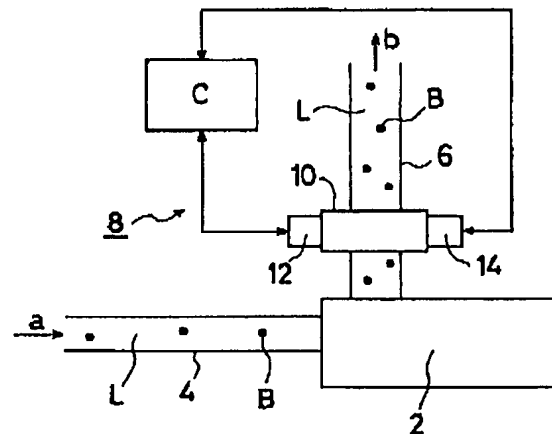
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体ポンプの気泡検出方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 液体ポンプ系の外部に配設して液体中の気泡を検出でき、気泡発生と機械振動とを区別でき、種々のポンプに対応できる液体ポンプの気泡検出方法及び気泡検出装置を開発する。

【解決手段】 本発明に係る液体ポンプの気泡検出方法は、吸込管 4 から吸込んだ液体 L を吐出管 6 に送出し、しかもこの液体 L を使用して回転体と主軸の間を液体潤滑する液体ポンプ 2 において、吐出管 6 に吐出された液体中に超音波を発信し、この液体を通過してきた超音波を受信し、超音波の受信強度の減衰により液体中の気泡発生を検出することを特徴とする。また、この気泡検出方法により液体中に気泡 B が発生したことを検出し、この気泡検出により液体ポンプに異常が発生したことを報知する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 吸込管から吸込んだ液体を吐出管に送出し、しかもこの液体を使用して回転体と主軸の間を液体潤滑する液体ポンプにおいて、吐出管に吐出された液体中に超音波を発信し、この液体を通過してきた超音波を受信し、超音波の受信強度の減衰により液体中の気泡発生を検出することを特徴とする液体ポンプの気泡検出方法。

【請求項2】 請求項1に記載の気泡検出方法により液体中に気泡が発生したことを検出し、この気泡検出により液体ポンプに異常が発生したことを報知する液体ポンプの異常検出方法。

【請求項3】 吸込管から吸込んだ液体を吐出管に送出し、しかもこの液体を使用して回転体と主軸の間を液体潤滑する液体ポンプにおいて、液体ポンプの吐出口近傍又は吐出管に配設される超音波発信器及び超音波受信器と、超音波発信器から発射されて液体中を通過してきた超音波を超音波受信器で受信して受信強度を検出する検出制御回路から構成され、受信強度が減衰したときに液体中の気泡発生を検出することを特徴とする液体ポンプの気泡検出装置。

【請求項4】 前記超音波発信器と超音波受信器を流動する液体を挟んで対向配置する請求項3に記載の液体ポンプの気泡検出装置。

【請求項5】 前記超音波発信器と超音波受信器を流動する液体に対し同じ側に配置する請求項3に記載の液体ポンプの気泡検出装置。

【請求項6】 請求項3、4又は5に記載の気泡検出装置において、気泡検出を通して液体ポンプの異常発生を報知するアラーム回路を前記検出制御回路に組み込んだことを特徴とする液体ポンプの異常検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液体を輸送する液体ポンプの気泡検出方法に関し、更に詳細には、輸送される液体を利用して主軸と内部回転体との液体潤滑を行なう液体ポンプにおいて、超音波により気泡を検出して液体潤滑部の異常を検出し、液体ポンプの異常発生を報知する液体ポンプの気泡検出方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、液体を配管系に輸送する場合には液体ポンプで圧送する方式が採られている。その中でも、塩素水、無機酸、アルカリ溶液、塩類水溶液、有機溶媒などの一部危険な液体を輸送する液体ポンプでは、液漏れを完全遮断するために、圧送用回転体をポンプ本体内に密封し、回転体を非接触で外部動力によって回転させるポンプ方式が採用されている。

【0003】このような液体ポンプの典型例はマグネットポンプである。マグネットポンプの一例は、主軸がケーシングの内部に固定配置され、この主軸の外周に圧送

用のインペラを有した回転体が回転自在に軸受けされている。この回転体にインナーマグネットが固定され、ケーシングの外側に駆動回転されるアウターマグネットを配置して構成される。

【0004】このマグネットポンプの作動は次のようである。アウターマグネットとインナーマグネットの間には磁気引力又は磁気斥力が作用するように磁気極性を調整しておく。アウターマグネットを電動回転させると、磁気力によってインナーマグネットが従動回転し、その結果回転体とインペラがケーシング内で回転する。インペラの回転によって液体が吐出管へと送出される。

【0005】液体は吐出管側に送出されるだけでなく、回転体の裏側へも一部逆流し、回転体と主軸の間の微小間隙に薄流となって流れ、再びインペラ側へと帰還する。回転体と主軸の間に流れる輸送液体の薄流は、この軸受部分に自己循環型の液体潤滑作用を生じ、主軸上での回転体の円滑な回転とマグネットポンプの定常運転を保証する。

【0006】液体ポンプの代表的な損傷は液体中に気泡が発生することによって生じられる。この気泡は、外部からの空気の侵入、キャビテーション、液体の分解などによって発生する。気泡が発生すると、気泡の多くは吐出管へと流出するが、気泡の一部は回転体と主軸の間に流れる薄流に紛れ込む。回転体と主軸の間隙は極めて小さいから、気泡によって間隙が封鎖されることがよくある。

【0007】気泡による間隙の封鎖は、主軸と回転体の間が半乾燥潤滑状態又は固体潤滑状態になることを意味する。その結果、この軸受部分に急激な摩擦発熱が生じ、薄流による熱伝導が機能しないため発熱損傷が発生し、この損傷は軸受寿命を短縮化させると同時に、結果的にポンプ全体の破損を生じさせる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】この損傷を検出するために、従来から吐出圧力を検出したり、ポンプ内の液体温度を検出したり、回転駆動用の電動機所要電流を検出したり、液体ポンプの振動を検出する方法が採られてきた。

【0009】液体の圧力や温度を検出する方法は、センサーを液体中に浸漬しなければならないから、防食設計や液密設計が必要になる。特に、反応性の高い液体ではセンサーを液体から保護することが困難になり、また液体の漏出という最悪の事態がすることもあった。

【0010】電動機所要電流の変化から異常発生を検出する方法は汎用性の高い方法である。しかし、実際には気泡発生に対して所要電流の顕著な変化は確認できず、実用的ではない。振動検出方式は最も開発が進められている方式である。この方式は、気泡が侵入すると通常とは異なる振動が発生する特性を利用し、ポンプの筐体に取り付けられた振動センサーで特殊振動を検出するもの

である。しかし、通常の機械振動と異常振動を区別することは難しく、周囲環境によっても振動が異なるため、汎用化することは当面期待できない。

【0011】つまり、液体ポンプの異常検出に要求される性能は、①異常と正常を区別できること、②種々の液体ポンプに同一のセンサーで対応できること、③液体に接触することなく容易に取り付けられること、④耐久性が高くメンテナンスが容易であること、等である。

【0012】従って、本発明に係る液体ポンプの異常検出方法及びその装置は、液体を通過する超音波が気泡により減衰する性質を利用して、前述した4種の性能を満足させながら、超音波の受信強度の変化から気泡発生を検出することを目的とする。

【0013】即ち、使用する周波数帯は機械振動よりも高い領域であるから、異常振動と超音波を区別できる。配管外部に超音波送受信器を取り付ければよいから、種々のポンプに対応でき、液体と非接触である。しかも、外部設置であるから耐久性があり、取り付けが簡単で且つメンテナンスが容易である。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、吸込管から吸込んだ液体を吐出管に送出し、しかもこの液体を使用して回転体と主軸の間を液体潤滑する液体ポンプにおいて、吐出管に吐出された液体中に超音波を発信し、この液体を通過してきた超音波を受信し、超音波の受信強度の減衰により液体中の気泡発生を検出することを特徴とする液体ポンプの気泡検出方法である。

【0015】請求項2の発明は、請求項1に記載の気泡検出方法により液体中に気泡が発生したことを検出し、この気泡検出により液体ポンプに異常が発生したことを報知する液体ポンプの異常検出方法である。

【0016】請求項3の発明は、吸込管から吸込んだ液体を吐出管に送出し、しかもこの液体を使用して回転体と主軸の間を液体潤滑する液体ポンプにおいて、液体ポンプの吐出口近傍又は吐出管に配設される超音波発信器及び超音波受信器と、超音波発信器から発射されて液体中を通過してきた超音波を超音波受信器で受信して受信強度を検出する検出制御回路から構成され、受信強度が減衰したときに液体中の気泡発生を検出することを特徴とする液体ポンプの気泡検出装置である。

【0017】請求項4の発明は、前記超音波発信器と超音波受信器を流動する液体を挟んで対向配置する請求項3に記載の液体ポンプの気泡検出装置である。

【0018】請求項5の発明は、前記超音波発信器と超音波受信器を流動する液体に対し同じ側に配置する請求項3に記載の液体ポンプの気泡検出装置。

【0019】請求項6の発明は、請求項3、4又は5に記載の気泡検出装置において、気泡検出を通して液体ポンプの異常発生を報知するアラーム回路を前記検出制御回路に組み込んだことを特徴とする液体ポンプの異常検

出装置である。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る液体ポンプの異常検出方法及びその装置の実施形態を添付する図面に従って詳細に説明する。

【0021】図1は本発明に係る液体ポンプの異常検出装置を取り付けたポンプ系の構成図である。液体ポンプ2は吸込管4と吐出管6の間に介装され、液体Lを矢印a方向から吸込み、矢印b方向に送出している。吐出管6には液体ポンプ異常検出装置8が取り付けられている。

【0022】この異常検出装置8は、吐出管6にアダプター10を取り付け、このアダプター10に超音波発信器12と超音波受信器14を対向配置して構成されている。また、超音波発信器12と超音波受信器14を一体化した超音波発受信器をアダプター10に取り付けてもよい。この場合には、超音波発信器と超音波受信器が液体流に対し同じ側に配置されたことになる。超音波信号は検出制御回路Cにより発信受信制御される。

【0023】次に、液体ポンプ系に気泡Bが発生する場合を説明する。液体ポンプ2の始動時には空気が供給口から液体中に混入しやすく、空気の気泡Bが液体Lと共に吸込管4から液体ポンプ2に吸込まれてゆく。この気泡Bは一時的なもので、液体ポンプ2の異常によるものではないから、吐出管6から圧送される流れが定常流になると自然に無くなり、軸受に対する害悪作用は比較的少ない。

【0024】問題となる気泡は、供給口や吸込管4の異常による継続的な気泡発生や、液体ポンプ2の内部で継続的に発生する気泡である。このような気泡は前述した回転体と主軸の間の微小間隙部（軸受部）に継続的に吸込まれ、そこに滞留して軸受部を流れる薄流を遮断する確率が急激に高くなる。液体ポンプ2の内部における気泡発生原因には、キャビテーションや液体の自己分解による気泡発生が考えられる。

【0025】気泡が主軸と回転体の間にある軸受部に滞留し、軸受部を流れる薄流を遮断すると、軸受部の液体潤滑が壊れ、半固体潤滑や固体潤滑となって摩擦発熱により過加熱状態となる。この過加熱状態は定温で輸送すべき液体を過剰に加熱したり、液体ポンプの故障を誘発し、液体ポンプを損傷させることが多い。

【0026】図2は超音波発受信器の対向配置における超音波の減衰原因の説明図である。容器16の底に発泡板18を配置し、液体Lの中に気泡Bを発生させる。この気泡Bに対し超音波発信器12から超音波20を発射する。超音波20は気泡Bにより散乱22及び反射24を起こして減衰し、残余の超音波が透過する。この透過超音波26は超音波受信器14により検出される。

【0027】超音波発信器12と超音波受信器14の対向距離をDとし、液体の超音波速度をVとすると、発射

10

20

30

40

50

後に透過超音波 26 が受信される時間 t は $t = D/V$ で与えられる。従って、超音波受信器 14 の信号を検出制御回路 C で検出すると、 $t = D/V$ の時刻から透過超音波 26 の受信が始まる。この受信超音波を計測すると、発泡時の受信強度は無発泡時の受信強度より相当程度減衰しているはずである。この受信強度の減衰を計測して、気泡 B を検出することになる。

【0028】図 3 は液体ポンプの拡大略断面図である。液体ポンプ 2 は閉鎖板 44 で一体化されたフロントケーシング 30 とリアケーシング 46 の中に構成されている。吸込口 34 を有する吸込受フランジ 32 は吸込管フランジ 4a と連結されて吸込管 4 に接続される。吐出口 38 を有する吐出受フランジ 36 は吐出管フランジ 6a と連結されて吐出管 6 に接続される。

【0029】フロントケーシング 30 の中には、支持板 40、40 によりフロントブラケット 42 が支持されており、リアケーシング 46 にはリアブラケット 48 が形成されている。主軸 50 はフロントブラケット 42 とリアブラケット 48 により両端を支持されている。この主軸 50 は主軸頭部 50a、主軸中間部 50b 及び主軸本体 50a から構成され、両ブラケット 42、48 間に固定状態に配置される。

【0030】主軸 50 の外周には前述した回転体を構成するマグネットライニング 54 が回転自在に嵌合され、このマグネットライニング 54 には圧送用のインペラ 52 が一体に構成されている。マグネットライニング 54 の中にはインナーマグネット 56 が固定され、またその内周部 62 にはフロントベアリング 64 が内嵌されている。つまり、フロントベアリング 64 が主軸本体 50a の外周に外嵌されて構成される。

【0031】フロントベアリング 64 と主軸本体 50a の間には微小間隙部 63 が形成され、この微小間隙部 63 に輸送液体の薄流が流れて液体潤滑され、フロントベアリング 64 が主軸本体 50a の外周を円滑に継続回転できる。

【0032】リアケーシング 46 の外周にはアウトーマグネット 58 が配置され、駆動回転機構 60 によって駆動回転されるように構成されている。このアウトーマグネット 58 と前記インナーマグネット 56 とは対向し、両マグネット 56、58 は反対極性に設定される。従って、両者には磁気引力が作用する。磁気引力によりインナーマグネット 56 はアウトーマグネット 58 と同方向に回転するように構成されている。

【0033】次に、この液体ポンプ 2 の作動について説明する。駆動回転機構 60 によりアウトーマグネット 58 を矢印 c 方向に回転させると、インナーマグネット 56 を有するマグネットライニング 54 がインペラ 52 と共に矢印 d 方向に磁気引力により回転する。

【0034】インペラ 52 の回転によって液体は矢印 a 方向から矢印 c 方向に吸引され、インペラ 52 から矢印

f 方向に送出された液体は吐出管 6 を矢印 b 方向に圧送されてゆく。しかし、液体の一部はインペラ 52 から矢印 j 方向にも流出し、矢印 k 方向にフィードバックされる。

【0035】特に、矢印 g 方向に流出した液体はマグネットライニング 54 の後方を迂回し、微小間隙部 63 を矢印 h 方向に流動した後、矢印 i 方向にインペラ 52 へとフィードバックされる。矢印 h 方向の流れは前述した軸受部の薄流である。この薄流が適切に流れていると、微小間隙部 63 は適正に液体潤滑され、マグネットライニング 54 は主軸本体 50a の外周を異常発熱することなく安定に回転を続けることができる。

【0036】ところが気泡 B が矢印 g 方向に流れ込むと種々の問題が生じる。前述したように、気泡 B は吸込管 4 から導入される場合もあるが、液体ポンプの中でもキャビテーションや液体の分解反応によって気泡 B が発生する。この気泡 B はフィードバック流に乗り、矢印 g 方向から流入し、微小間隙部 63 を流通する。

【0037】気泡 B は狭い管路を封鎖する性質を有する。この気泡 B が微小間隙部 63 に滞留して薄流を遮断すると、微小間隙部 63 の液体潤滑が破れ、固体潤滑又は半固体潤滑の状態が出現する。微小間隙部 63 では急激に摩擦熱が発生し、しかもこの発生熱は局部的に作用するからその部分を融解破断して液体ポンプ 2 を損傷・破壊に到らしめる。

【0038】このような損傷を未然に防止するために、吐出管 6 に気泡検出装置 8 を取り付け、透過超音波の受信強度の減衰により気泡発生を検出し、アラームを発信して、液体ポンプの異常を報知するものである。

【0039】図 4 は超音波発信器と超音波受信器を一体化した超音波発受信器による気泡検出の説明図である。容器 16 の一端には超音波発受信器 13 が配置されている。超音波発受信器 13 は超音波発信器 12 と超音波受信器 14 を一体化したセンサーで、超音波を発信すると同時に超音波を受信することができる。使用する超音波の振動数は 1 MHz であるが、この振動数は自在に設定することができる。

【0040】この超音波発受信器 13 を用いると、超音波発信器 12 と超音波受信器 14 は液体流に対して同じ側に配置されることになる。超音波発信器 12 により発射された超音波は容器の直径距離 D を往復して超音波受信器 14 により受信される。この場合には、超音波は往復の過程で気泡 B により減衰を受けるから、図 2 の片道受信強度より減衰が大きく、気泡検出の精度は高くなる。

【0041】図 5 は気泡がある場合と無い場合の受信強度の比較図である。容器の直径距離 D は 30.7 cm、超音波速度 V は 1500 m/s であるから、受信時間 t は $t = 2D/V = 2 \times 0.307 / 1500 = 410$ (μ s) で与えられる。従って、超音波発射から 410

10

20

30

40

50

μs 後の受信強度を比較して気泡を存否を検出する。

【0042】(a)は気泡が無い場合の受信強度を示し、 $V_{rp} = 0.3 \sim 0.4$ (V) とかなり大きいことが分かる。他方、(b)は気泡がある場合の受信強度を示し、 $V_{rp} = 0.2 \sim 0.1$ (V) とかなり小さくなる。気泡が存在すると、受信強度は1/2に減衰することが分かる。この減衰によって気泡の発生を検出し、液体ポンプ2に異常が発生したことを報知する。

【0043】図6は反射超音波を利用した気泡検出の説明図である。発泡器18は容器16の中央に設置されているから、気泡までの距離 d は $d = D/2$ で与えられる。従って、 $d = 15$ cmであるから、受信時間 t は $t = 2d/V$ で与えられ、計算すると、 $t = 400$ (μs)となる。超音波振動数は1MHzである。

【0044】図7は気泡がある場合と無い場合の反射超音波による受信強度の比較図である。(a)は気泡が無い場合を示し、(b)は気泡がある場合を示している。受信強度の単位はmVであり、図4の透過超音波と比較すると、受信強度が全体に小さくなる傾向にある。図7で判断する限り、(a)と(b)の受信強度にそれほど目立った差異は見られない。

【0045】図8は気泡がある場合と気泡が無い場合の差信号の検出波形図である。差信号であるため信号強度は更に小さくなるが、気泡による反射波がmV単位で明らかに検出されていることが分かる。従って、反射超音波を利用しても、透過超音波と同様に気泡を検出することが可能になる。

【0046】図9は超音波の受信強度に与える機械振動の影響を調べる装置図である。超音波発信器12と超音波受信器14を容器16に対向配置する。容器16の底板下面には振動板70が配設されている。超音波受信器14は透過超音波と共に振動板による機械振動波を受信する。超音波振動数は1MHzである。

【0047】図10は振動板の振動数が数十kHz以下のときの検出波形図である。超音波の片道透過波を検出する構成であるから、受信時間 t は $t = D/V$ で与えられ、 $t = 205$ (μs)になる。約200 μs を越えた領域に受信波形が観察されるが、この波形は超音波の受信波形である。振動板70による機械振動波は観察されないから、機械振動の周波数が数十kHz以下では、機械振動は気泡検出に全く影響を与えないことが分かる。

【0048】図11は振動板の振動数が800kHzのときの検出波形図である。振動板の振動数が800kHzであるから、1MHzの超音波振動数にかなり接近している。その結果、全時間領域を通してノイズが観察され、特に200 μs 以下でノイズ波形が明確に理解できる。しかし、このノイズ波形は超音波の受信波形に影響を与えるには到っていない。

【0049】前述したように、従来でも液体ポンプの筐体に振動センサーを取り付けて振動異常を検出する方法

が存在していた。この従来方法では気泡振動と環境機械振動を区別することができなかった。しかし、本発明方法は高振動数の超音波を使用しているため、環境に起因する機械振動と超音波振動とを明確に分離することに成功している。

【0050】環境に起因する機械振動の振動数も広範囲に分布するのが実情である。機械振動数が超音波振動数にかなり接近したときには、超音波の受信強度に相当の影響を与える。このような場合には、本発明では超音波の振動数を変更することによって対応できる。超音波の振動数は自在に設定することができるから、環境振動数に応じた超音波振動数の帯域を使用して気泡検出を確実に行うことができる。

【0051】図12は検出制御回路のフローチャートの一例である。ステップn1で超音波信号Vを受信する。この受信信号Vがゼロであればn1に戻り、Vが正であれば信号があったものと判断してn3に進む(n2)。信号Vに限界強度 V_0 を設定し、 $\Delta V = V - V_0$ を計算する。この限界強度 V_0 より大きければ気泡はなく、限界強度以下であれば気泡があるものとする。 ΔV がゼロ以上であれば気泡がなかったものと判断しn1に帰還する(n4)。 ΔV が負であれば気泡があると判断し、アラームを報知し(n5)、液体ポンプを停止させる(n6)。

【0052】本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲における種々の変形例、設計変更等をその技術的範囲内に包含するものであることは言うまでも無い。

【0053】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、超音波の受信強度の減衰から気泡を確実に検出することができる。しかも超音波振動数を適切に設定することにより、異常振動と気泡発生とを明確に区別できる。

【0054】請求項2の発明によれば、気泡を検出することにより液体ポンプに異常が発生したことを報知できる。気泡の発生は液体ポンプの液体潤滑を破壊するから、気泡発生を検出して液体ポンプの損傷を未然に防止し、液体ポンプの長寿命化を達成できる。

【0055】請求項3の発明によれば、液体ポンプや吐出管の外部に超音波発信器を配設するだけで気泡を検出できるから、種々の液体ポンプに同一のセンサーで対応でき、しかも液体に接触させることなく容易に取り付けることができる。その結果、気泡検出装置の耐久性が高く、メンテナンスも容易にできる。

【0056】請求項4の発明によれば、超音波発信器と超音波受信器を対向配置して気泡検出装置を構成するから、超音波受信器には反射波や散乱波などの雑信号が入りにくく、気泡の検出を高精度に行うことができる。

【0057】請求項5の発明によれば、超音波発信器と超音波受信器を一体化した超音波発信器を使用するか

10

20

30

40

50

ら、装置の構成が簡単になり、液体ポンプ配管系への取付や取り外し、並びにメンテナンスが容易になる。

【0058】請求項6の発明によれば、アラーム回路を検出制御回路に組み込んだから、気泡を検出すると、液体ポンプに異常が発生したこと、又は異常が発生する可能性が高いことを報知でき、液体ポンプのメンテナンスを容易にして液体ポンプの長寿命化を達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る液体ポンプの異常検出装置を取り付けたポンプ系の構成図である。

【図2】超音波発受信器の対向配置における超音波の減衰原因の説明図である。

【図3】液体ポンプの拡大概略断面図である。

【図4】超音波発受信器と超音波受信器を一体化した超音波発受信器による気泡検出の説明図である。

【図5】気泡がある場合と無い場合の受信強度の比較図である。

【図6】反射超音波を利用した気泡検出の説明図である。

【図7】気泡がある場合と無い場合の反射超音波による受信強度の比較図である。

【図8】気泡がある場合と気泡が無い場合の差信号の検出波形図である。

【図9】超音波の受信強度に与える機械振動の影響を調べる装置図である。

*【図10】振動板の振動数が数十kHz以下のときの検出波形図である。

【図11】振動板の振動数が800kHzのときの検出波形図である。

【図12】検出制御回路のフローチャートの一例である。

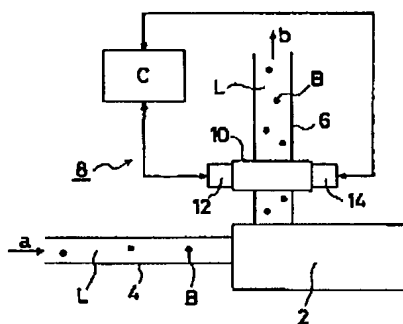
【符号の説明】

2は液体ポンプ、4は吸込管、4aは吸込管フランジ、6は吐出管、6aは吐出管フランジ、8は異常検出装置、10はアダプター、12は超音波発受信器、13は超音波発受信器、14は超音波受信器、16は容器、18

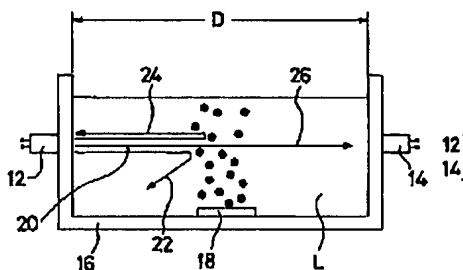
は発泡板、20は超音波、22は散乱超音波、24は反射超音波、26は透過超音波、30はフロントケーシング、32は吸込受フランジ、34は吸込口、36は吐出受フランジ、38は吐出口、40は支持板、42はフロントブラケット、44は閉鎖板、46はリアケーシング、48はリアブラケット、50は主軸、50aは主軸本体、50bは主軸中間部、50cは主軸頭部、52はインペラ、54はマグネットライニング、56はインターマグネット、58はアウトターマグネット、60は回転駆動機構、62は内周部、63は微小間隙部、64はフロントベアリング、66はリアベアリング、68はリアスラスト、70は振動板、Bは気泡、Dは距離、Lは液体。

*

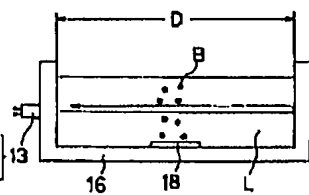
【図1】



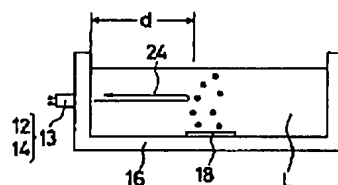
【図2】



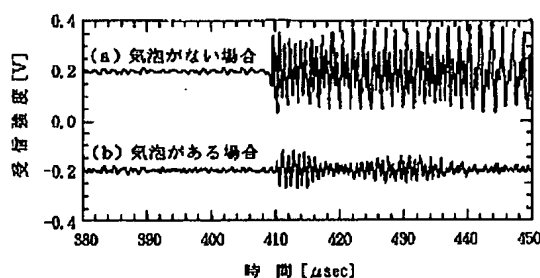
【図4】



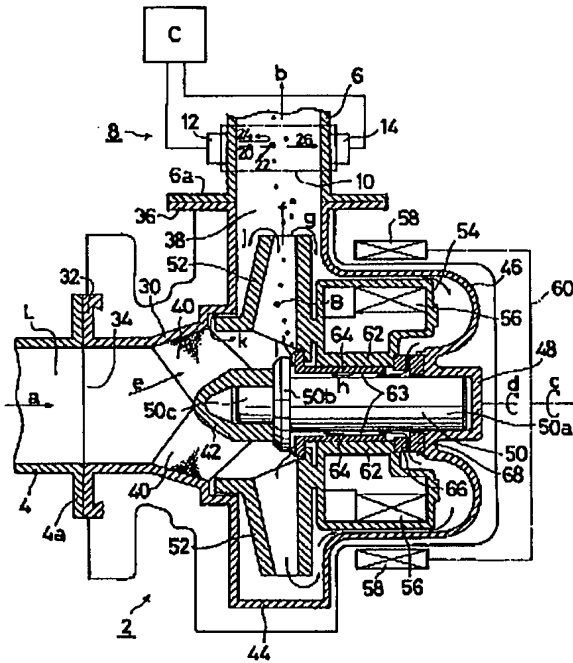
【図6】



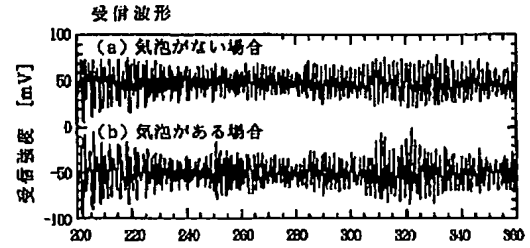
【図5】



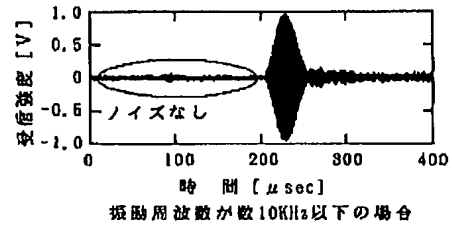
【図3】



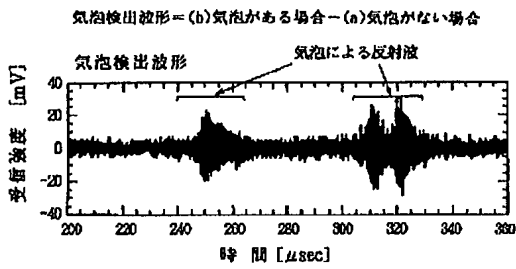
【図7】



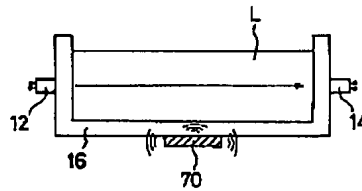
【図10】



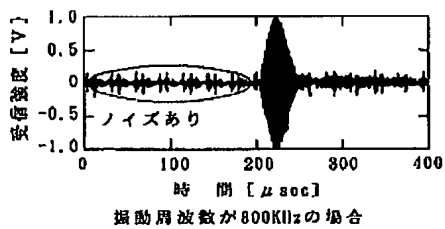
【図8】



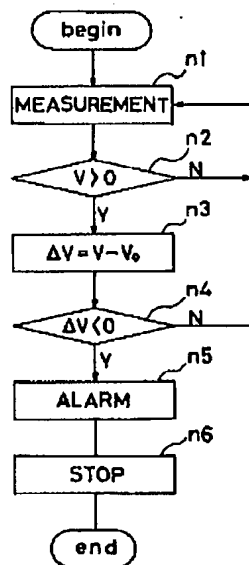
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G047 AA03 AC08 BA01 BA02 BC03
 EA08 EA21 GG28 GH05
 3H020 AA01 BA22 CA00 DA02 EA01
 3H022 AA01 BA06 BA07 CA16 CA46
 CA50 DA09 DA18
 3H045 AA06 AA08 AA12 AA22 BA43
 CA23 EA12 EA26
 3H071 AA01 BB03 CC44 DD31 DD84